

開放性砂浜域での港湾構造物建設に伴う物理環境と 底生生物群集の変遷

山下俊彦*・久野能孝**・森 信幸***

苫小牧東港建設当初から継続的に行われている底質とマクロベントスの調査結果を基に、両者の経年変化と相互関係を把握した。防波堤の建設に伴い、港湾周辺及び港内でシルト・粘土含有率が高くなり、昭和 59 年までは砂分の底質を好む二枚貝等の軟体動物が多かったのに対し、昭和 60 年以降泥分の底質を好む多毛類などの環形動物の割合が増加した。港西側に形成される循環流は、港東側の河川から流出した細粒土砂の堆積を促進し、この底質変化が環形動物のイソメ類の増加をもたらしたと考えられる。

1. はじめに

苫小牧沿岸は広大な砂浜海岸が広がり、苫小牧東港はそのほぼ中央に昭和 51 年から現在まで整備が進められている。東港建設に伴い、周辺のウバガイ資源量の増加(北海道開発局, 1995)やイソメ類の増加に伴うカレイ稚魚の保育場の形成(西川ら, 2000)などが報告されている。しかし、特定の生物種が対象で、定量的な把握やその増加要因の検討が十分でないのが現状である。大規模な港湾構造物が開放性砂浜域に建設されると、流況・波浪等の変化が底質環境と底生生物の生息環境に影響を及ぼしており、その影響を把握する事が重要である。福田ら(2002)は、沿岸構造物周辺の底生生物の経年変化を物理要因としての底質と波動流速の変化より考察している。しかし、底質と生物種の経年変化特性や港周辺の流動の影響については十分考察されていない。

そこで本研究では、東港建設当初から継続的に行われている周辺海域の底質・マクロベントスの調査結果を基に、底質・マクロベントス群集の空間分布と経年変化を把握し、両者の関係を明らかにし、港湾建設が周辺の底質・マクロベントス群集に及ぼす影響を考察する。また、苫小牧東港周辺海域の流動に関する現地観測を行う事により、港湾周辺の流動特性を把握し、底質特性とマクロベントス群集の経年変化との関係を考察した。

2. 調査方法

マクロベントスと底質の調査は平成 11 年～平成 13 年に実施し、過去のデータとして北海道開発局苫小牧港湾建設事務所によって行われた昭和 53 年から平成 7 年の主に夏期の調査結果を用いて解析した。調査範囲は、沿岸方向に約 20 km、水深は約 5 m～40 m である。昭和 53 年から平成 7 年の調査地点は全部で 26 地点であるが、継続的なデータのある 17 地点について解析した。調査地点を図-1 に示す。丸で囲んである 3 地点は、底質やマク

ロベントスのデータを載せた代表的な地点であり、St.1 は防波堤の東側、St.9 は防波堤近傍、St.16 は防波堤の西側の点である。平成 11 年から平成 13 年の調査地点は図-5 に示す 29 地点である。試料の採集にはスミス・マッキンタイヤー型採泥器を使用し、1 地点当たり 3 回の採泥を行った。ふるいの目合は 1 mm、採泥面積は昭和 53 年から平成 2 年までは 1/10 m²、平成 3 年以降は 1/20 m² である。なお、個体数は 1 m² 当たりの個数で示す。

流動についての現地観測は、平成 12 年 11 月中旬から平成 13 年 1 月上旬に図-9 に示す調査地点で行った。各地点の水深は図に示す通りで、No. 1～No. 3 各地点には ADCP と 3 台の水温・塩分計、No. 4, No. 6, No. 7 各地点には Wave Hunter と ACM-8 M, No. 5 には ACM-8 M を設置した。

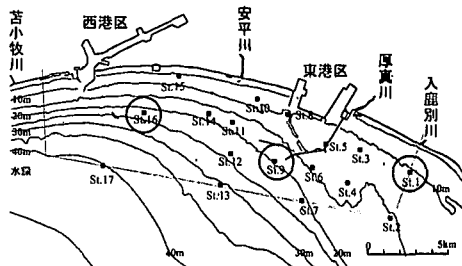


図-1 底質・マクロベントスの調査地点

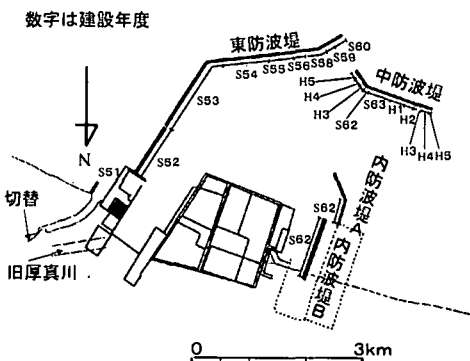


図-2 防波堤の建設経過

* 正会員 工博 北海道大学助教授大学院工学研究科環境資源工学専攻
** 工修 (株)西松建設
*** 正会員 (独法)北海道開発土木研究所

図-2に防波堤の建設経過を示す。昭和51年から昭和60年までに東防波堤が建設され、昭和62年に内防波堤A, B, その後平成5年にかけて中防波堤が建設された。

3. 結果および考察

(1) 底質特性

図-3にシルト・粘土含有率の経年変化を示す。防波堤近傍のSt.9では防波堤近傍の延長に伴い、シルト・粘土含有率は徐々に増加し、値自体も大きい事がわかる。東側の地点St.1は非常に変動が激しくなっている。特に、平成4年はほぼ100%となっているが、これは既応最大洪水(最大流量2991 m³/s)により大量の土砂が堆積したためと考えられる。西側のSt.16では徐々にではあるが、増加の傾向がみられる。

図-4に中央粒径の経年変化を示す。防波堤近傍のSt.9, 西側のSt.16では比較的一定、もしくはわずかな中央粒径の減少傾向がみられる。また、東側のSt.1ではシルト・粘土含有率同様変動が激しくなっている。この理由としては、この海域の底質の多くは粒径の粗い火山噴火物で形成されており、流入河川の影響により、流出土砂の細粒成分が堆積すると粒径が細くなり、流動によりその土砂が流されると粒径が粗くなるためと考えられる。

図-5にシルト・粘土含有率の空間分布の変化を示す。昭和55年から昭和57年の図では、東防波堤の影響を受けるSt.8と水深の深いSt.17でシルト・粘土含有率は少し高くなっているが、全体的には低い値となっている。昭和58年から昭和60年(港内の調査地点は少ない)では、東防波堤の周辺でのSt.3, 6, 9, 11, 12でシルト・粘土含有率が増加している。平成3年から6年(港内の調査地点は少ない)では、東防波堤の両側では昭和60年頃

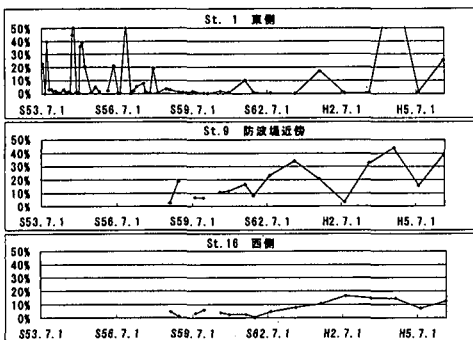


図-3 シルト・粘土含有率

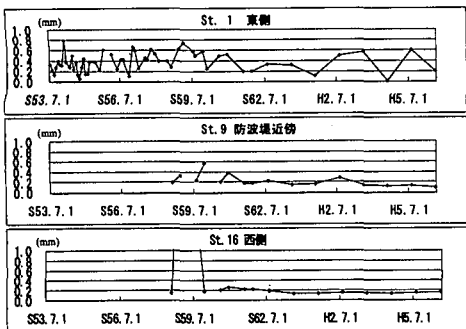


図-4 中央粒径

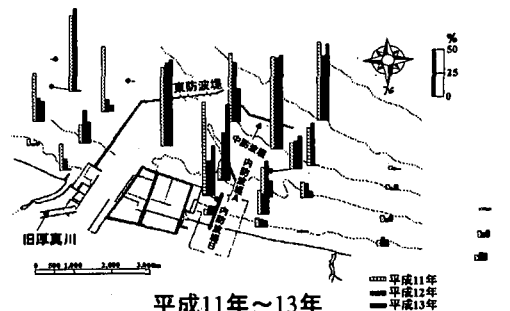
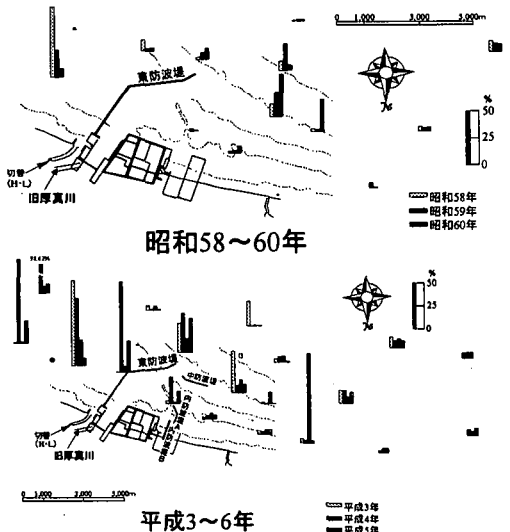
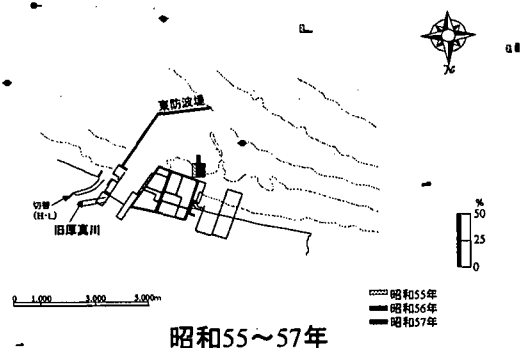


図-5 シルト・粘土含有率の空間分布

と同程度のシルト・粘土含有率であるが、東防波堤の東側でシルト・粘土含有率が高くなっている。特に前述の様に平成4年は大洪水が発生した年でありシルト・粘土含有率が高い。平成11年から平成13年の図を見ると、港内や防波堤近傍においてシルト・粘土含有率は非常に高くなっており、防波堤の建設に伴う港内の遮蔽化による細粒分の堆積が進行している。ただし、浅海域や港から離れた場所では変動が小さく、細粒成分が少なくなっていた。また、東防波堤完成後の平成3年から平成6年と平成11年から平成13年では、港の東側において底質変化が激しくなっている。これは前述の様に、この海域の底質はもともと樽前山等の噴火物で形成され粒径が粗いが、河川からの流出してくる細粒土砂が防波堤の影響で堆積しやすく、洪水後に細粒径になり、波により細粒土砂が移動させられると粒径が粗くなるため変動が激しい。

(2) マクロベントス

図-6、図-7に各々平成6年までの比較的継続的データのある地点のベントスの総個体数とベントス群組成の経年変化を示す。図-6より調査期間の後半の方がベントスの総個体数が多く、昭和60年頃と平成元年頃に急激な増加がみられる地点がある。これは、両者とも急激に増えた多毛類、カナブツイソメの高密度な出現の影響が大きいと考えられる。図-7より港湾建設当初から昭和59年までは砂分の底質を好む二枚貝などの軟体動物が多かったのに対し、昭和60年以降、泥分の底質を好む多毛類などの環形動物の割合が非常に増えている事がわかる。ここには示していないが全体的にベントスの多様度も増加した。

(3) マクロベントスと底質

生物群集の経年変化を詳しく見るためにクラスター解析を行ない、類似度を0.1で分けると19個のグループに

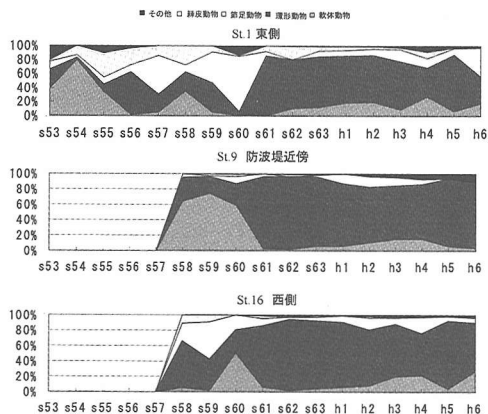


図-7 ベントス群組成

分かれる。図-8にベントス空間分布の例を示す。主なベントス群集の特徴を表-1に示す。下に行くほど泥質の底質を好むベントスである。昭和57年の図を見ると、30m以浅はグループB、30m以深はグループEであり、調査初期の昭和53年から昭和57年は底質と対応して広域で比較的砂底を好む二枚貝や節足動物の群集が優占していた。特に、オオミゾガイやキララガイなど深い水深帯にも存在する二枚貝が多かった。平成2年の図を見ると、水深15m以浅の海域で比較的砂底を好むカナブツイソメ群集のグループCが優占し、港の西側の深い水深帯でカタマガリギボシイソメなどの泥底を好むグループFが優占していた。これは底質のところで述べた様に、昭和58年頃から東防波堤周辺でやや泥化傾向が進み始め、昭和60年頃から平成2年はほぼ同様のベントス群集分布であった。この時期主にチマキゴカイの群集であるグループDが所々に高密度に発生することがあった。ここには示していないが、平成6年は西側の浅海域でグループAとなっており、多くのウバガイが確認された。

平成11年以降は調査地点が主に港湾周辺であり、水深

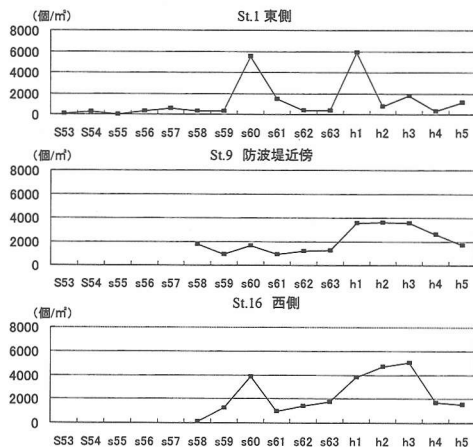


図-6 総個体数

表-1 各ベントス群集の特徴

A	大部分はウバガイで、二枚貝もしくは節足動物などが多い群集	砂底
B	キタイソメ、オオミゾガイなど節足動物・軟体動物が多い群集	砂底
C	多毛類、中でもカナブツイソメが多い生物群集	砂底
D	主にチマキゴカイ群集	比較的砂底
E	コグルミガイ、キララガイ、ナガウバガイ、ヌノメアサリなどの二枚貝群集	比較的砂底
F	ナナテイソメ科 Onuphis spp、チヨノハナガイなどが優先する群集	砂泥底
G	ミズヒキゴカイ科など多毛類が多い生物群集	泥底
H	カタマガリギボシイソメ、ケシトリガイなどの生物群集	泥底

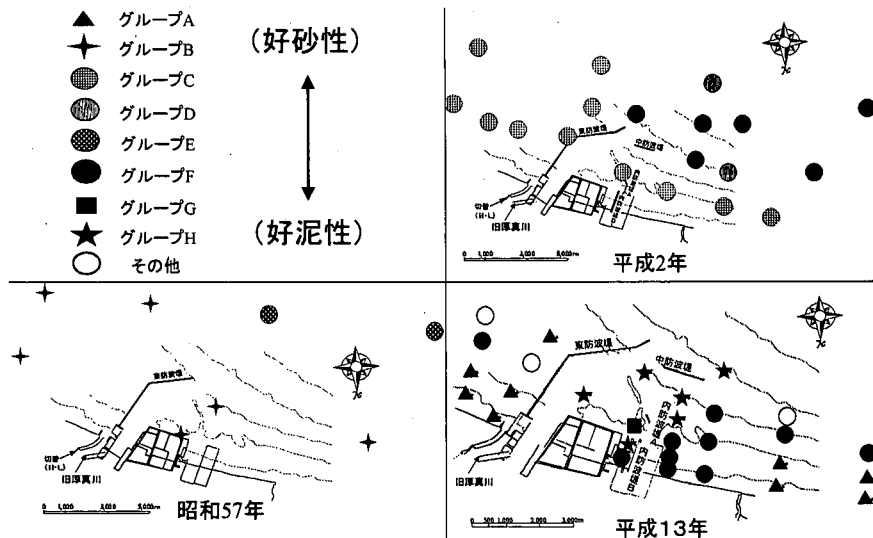


図-8 ベントスの空間分布

10 m 以浅の浅海域や港内点も多く調査した。平成 13 年の図を見ると、港外の水深 10 m 以浅の地点では、砂底を好むウバガイ群集のグループ A が優先していた。このグループの分布は、港東側は防波堤のすぐ近傍でも優占していたのに対し、西側は防波堤からやや離れた浅海域となっていた。一方、港内やその周辺は主に泥底を好むグループ H となっており、内防波堤 A 付近や水深 15 m ほどの場所では砂泥底を好むグループ F が多かった。平成 11 年から平成 13 年の 3 年間はほぼ同じベントス分布になっていたが、平成 11 年の港内やその近傍の浅い海域に、ケシリガイの大量発生のためグループ H が多く発生した。

このように、マクロベントスは防波堤の延長に伴う周辺海域の物理環境の変化によって、それに適する種へ変遷していくことが伺われた。特に港内は遮蔽化に伴う泥化傾向により、生物も好泥性のグループが多くなっていた。底質変動の小さく砂底質の浅海域ではウバガイなどの有用な貝が多くなっていた。

(4) 流動特性

図-9 に、1 例として 3 水深における苫小牧東港沿岸海域の流動の空間分布を示す。上図・下図はそれぞれ平成 12 年 12 月 31 日 12 時・平成 13 年 1 月 2 日 0 時における前後 25 時間の移動平均流速である。この海域では吹送流による海岸線平行方向の南東と北西への周期的な流れが卓越していることが知られている(山崎ら, 2000)。上図より、この日は沖合で北西への流れが卓越していることがわかる。この時、防波堤西側においては逆向きの流れがみられる。これは、防波堤の影響により循環流が発生しているものと考えられる。また、風のデータはここに

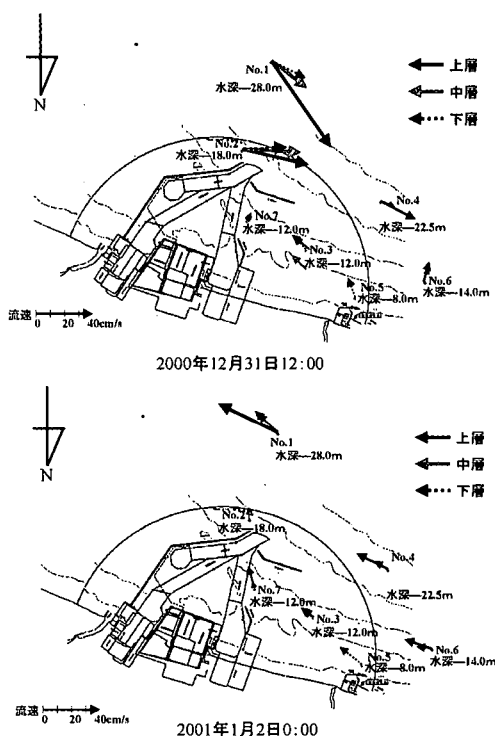


図-9 苫小牧東港における流動

は載せていないが、このときは南東の強い風が吹いているため、地点 No. 1 や No. 2 などを見てもわかるように、特に上層は風の影響を強く受けている。下図をみると上図と沖合で逆向きの南東方向の流れが発生していることがわかる。この日になると、上図で渦状の流れが発生していた地点も全体的に南東方向の流れになっている。こ

のとき、北西の風が吹いており、上層は風の影響で南東方向の流速が大きくなっている。

この循環流の形成領域はシルト・粘土含有率が増加した海域であり、港東側の河川から流出した細粒土砂がこのような循環流の影響を受け堆積したのではないかと考えられる。

4. おわりに

苫小牧東港建設当初から24年間に及ぶ底質とマクロベントスの調査結果を用いて、経年変化特性を明らかにした。底質は港湾建設に伴い港湾周辺及び港内で泥化が進み、それに適合したマクロベントス群集に変化した事を示した。しかし、東港周辺、特に港東側の底質は河川流出土砂だけから形成されていないため変動が激しく、調査結果だけでは定量的議論が難しい事もわかった。東港の東側には鷗川(流域面積1270 km²)等の河川が多い。河川より流出したシルト以下の細粒成分は、この海域で卓越する吹送流による海岸線平行方向の北西方向の流れにより、東防波堤先端を越えて、前述の循環流等の影響を受け、水深15~25 mの海域に堆積する。通常よりも深

い海域に堆積した細粒成分は、波等の外力による巻き上げ・再移動が浅い海域の場合より少なく、水深15~25 m付近に陸域の栄養塩を多く含んだ細粒成分が多く供給されたために、その海域での底質の適度な細粒化・高栄養価が進み、カレイ等の餌となる環形動物のイソメ類の増加等マクロベントスの個体数が増加したのではないかと考えられる。またこのような循環流はウバガイ等の浮遊幼生の集積効果も考えられ、この海域のウバガイ資源増加の要因の1つになっていると考えられる。

参考文献

- 西川 潤・園田 武・桜井 泉・瀬戸雅文・中尾 繁 (2001): 苫小牧沿岸海域における底生魚類群集の食性とマクロベントス, 日本水産学会誌, 第66巻, 第1号, pp. 33-43.
- 福田光男・坪田幸雄・森 侶幸・丸山修治・吉田 徹・久野能孝・山下俊彦 (2002): 底質・流速からみた沿岸構造物周辺の底生生物の経年変化, 海岸工学論文集, 第49巻, pp. 1221-1225.
- 北海道開発局室蘭開発建設部苫小牧港湾建設事務所 (1995): 苫小牧港海域調査検討業務報告書.
- 山崎真一・奈良俊介・宮下将典・新山雅紀・山下俊彦 (2000): 鷗川河口海域における流動と堆積・移動特性, 海岸工学論文集, 第47巻, pp. 646-650.